



DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets ⁶ : B06B 3/00	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 97/27005 (43) Date de publication internationale: 31 juillet 1997 (31.07.97)
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/CH97/00018 (22) Date de dépôt international: 22 janvier 1997 (22.01.97) (30) Données relatives à la priorité: 96/01029 24 janvier 1996 (24.01.96) FR (71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): ASTIR S.A. [CH/CH]; 57, rue des Casernes, CH-1950 Sion (CH). (72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (US seulement): PADOY, Jean-Claude [FR/CH]; Chemin des Piccardes, CH-1441 Valeyres-sous- Montagny (CH). PROKIC, Miodrag [YU/CH]; Marais 36/16, CH-2400 Le Locle (CH). (74) Mandataire: NITHARDT, Roland; Cabinet Roland Nithardt, Y-Parc / Chemin de la Sallaz, CH-1400 Yverdon-les-Bains (CH).		(81) Etats désignés: CA, JP, US, brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale. Avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si de telles modifications sont reçues.</i>

(54) Title: DEVICE FOR GENERATING ULTRASONIC WAVES

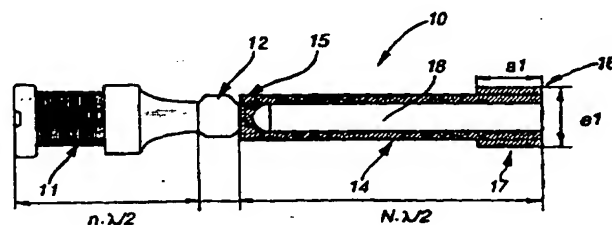
(54) Titre: DISPOSITIF POUR LA GENERATION D'ONDES ULTRASONIQUES

(57) Abstract

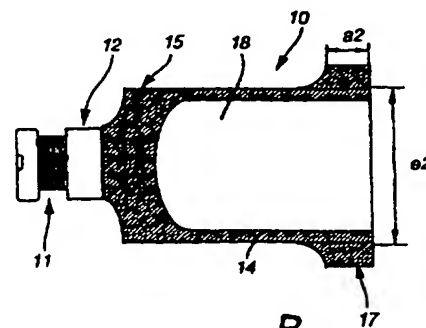
This device comprises at least one piezoelectric or magnetostrictive ultrasonic converter (11), a main acoustic waveguide chamber (12), an intermediate acoustic waveguide chamber (13) and a tubular waveguide (14) associated with said chambers. Said waveguide (14) comprises an open or closed tubular body of circular or polygonal cross-section constituting a waveguide. The tube is closed at its upstream end by a base defining a first mechanical filter (15) and, at its downstream end, has an annular thickening (16) lying outside the tube and defining a second mechanical filter (17). The interior of the tube defines an acoustic chamber (18). The two filters (15, 17) are used to filter the vibrations of at least one range of given frequencies.

(57) Abrégé

Ce dispositif comporte au moins un convertisseur ultrasonique piézoélectrique ou magnétostrictif (11), une chambre guide d'ondes acoustique principale (12), une chambre guide d'ondes acoustique intermédiaire (13) et un guide d'ondes tubulaire (14) associé à ces chambres guide d'ondes acoustiques. Ledit guide d'ondes (14) comporte un corps en forme de tube de section circulaire ou polygonale, ouvert ou fermé, qui constitue un guide d'ondes. Ce tube est fermé à son extrémité amont par un fond qui définit un premier filtre mécanique (15) et comporte à son extrémité aval une surépaisseur annulaire (16) qui se situe à l'extérieur du tube et qui définit un deuxième filtre mécanique (17). L'intérieur du tube définit une chambre acoustique (18). Les deux filtres (15, 17) servent à filtrer les vibrations d'au moins une gamme de fréquences données.



A



B

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Arménie	GB	Royaume-Uni	MW	Malawi
AT	Autriche	GE	Géorgie	MX	Mexique
AU	Australie	GN	Guinée	NE	Niger
BB	Barbade	GR	Grèce	NL	Pays-Bas
BE	Belgique	HU	Hongrie	NO	Norvège
BF	Burkina Faso	IE	Irlande	NZ	Nouvelle-Zélande
BG	Bulgarie	IT	Italie	PL	Pologne
BJ	Bénin	JP	Japon	PT	Portugal
BR	Brésil	KE	Kenya	RO	Roumanie
BY	Bélarus	KG	Kirghizistan	RU	Fédération de Russie
CA	Canada	KP	République populaire démocratique de Corée	SD	Soudan
CF	République centrafricaine	KR	République de Corée	SE	Suède
CG	Congo	KZ	Kazakhstan	SG	Singapour
CH	Suisse	LI	Liechtenstein	SI	Slovénie
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SK	Slovaquie
CM	Cameroon	LR	Libéria	SN	Sénégal
CN	Chine	LT	Lituanie	SZ	Swaziland
CS	Tchécoslovaquie	LU	Luxembourg	TD	Tchad
CZ	République tchèque	LV	Lettonie	TG	Togo
DE	Allemagne	MC	Monaco	TJ	Tadjikistan
DK	Danemark	MD	République de Moldova	TT	Trinité-et-Tobago
EE	Estonie	MG	Madagascar	UA	Ukraine
ES	Espagne	ML	Mali	UG	Ouganda
FI	Finlande	MN	Mongolie	US	Etats-Unis d'Amérique
FR	France	MR	Mauritanie	UZ	Ouzbékistan
GA	Gabon			VN	Viet Nam

DISPOSITIF POUR LA GENERATION D'ONDES ULTRASONIQUES

La présente invention concerne un dispositif pour la génération d'ondes ultrasoniques, comportant au moins un convertisseur ultrasonique piézo-
5 électrique ou magnétostrictif.

Il est connu que l'irradiation de certaines matières, notamment des liquides et en particulier des solutions aqueuses au moyen d'ondes ultrasoniques, qui sont des ondes périodiques de pression, stationnaires ou non dont la
10 fréquence est sensiblement comprise entre 20 KHz et 1 MHz, produit des phénomènes de cavitation. Ce phénomène de cavitation se traduit par la formation de bulles microscopiques qui croissent pendant la phase de dépression par dégazage et vaporisation du milieu dans lequel il se produit. Lorsque ces bulles atteignent une taille critique, en relation avec la fréquence
15 et l'amplitude de l'onde ultrasonore incidente, elles entrent en résonance et implosent. L'implosion correspond à un effondrement brutal de ces bulles, ce qui génère une onde de pression qui peut atteindre quelques centaines de bars et une onde thermique pouvant atteindre plusieurs milliers de degrés. L'onde de choc associée à l'implosion se propage à travers le milieu et est
20 capable de disloquer par cisaillement des structures moléculaires organisées, de détruire des micro-organismes et de nettoyer des surfaces. De ce fait, les bulles de cavitation constituent des unités de traitement multifonctions représentant des microréacteurs physico-chimiques particulièrement performants.

25 Toutefois, l'effet obtenu dépend d'un certain nombre de paramètres tels que la concentration de l'énergie effectivement transmise à la matière à traiter et les fréquences des ondes ultrasoniques. Les dispositifs connus susceptibles de générer et de transmettre des ondes ultrasoniques à un milieu ne
30 permettent pas toujours d'atteindre les puissances requises pour optimiser les rendements d'hygiénisation ou les réactions physico-chimiques recherchées. En outre, les rendements énergétiques atteints ne sont pas favorables. Enfin, il n'est pas possible de maîtriser les fréquences de manière à atteindre l'effet recherché de façon optimale.

La présente invention se propose de pallier ces inconvénients en réalisant un dispositif tel que défini ci-dessus, capable de générer des ondes ultrasoniques ayant une fréquence bien déterminée, de transmettre de façon optimale les puissances requises à la matière à traiter et d'atteindre un rendement énergétique particulièrement favorable.

Ce but est atteint par un dispositif pour la génération d'ondes ultrasoniques, caractérisé en ce qu'il est associé à une chambre guide d'ondes acoustiques accordée en fréquence et coaxialement couplée audit convertisseur, et en ce que ladite chambre guide d'onde acoustiques comporte un corps en forme de tube portant au moins deux transformateurs de mode d'oscillation axial/radial.

Dans une forme de réalisation préférée, les transformateurs de mode d'oscillation axial/radial ont des formes géométriques prédéterminées de telle manière qu'ils constituent des filtres mécaniques couplés rigidement en un seul élément convertissant simultanément la propagation d'une onde ultrasonique axiale dans deux directions perpendiculaires et à la même fréquence.

Lesdites formes géométriques prédéterminées desdits transformateurs de mode d'oscillation sont, selon un mode de réalisation préféré, constituées par des surépaisseurs disposées soit à l'extérieur soit à l'intérieur du corps de la chambre guide d'ondes.

De façon avantageuse, ces formes géométriques prédéterminées desdits transformateurs de mode d'oscillation sont disposées à au moins deux extrémités du corps de la chambre guide d'ondes. Elles peuvent être choisies parmi les formes telles que les disques, les anneaux, les cylindres, les tores et les cubes.

Dans une variante de réalisation, la chambre guide d'ondes est disposée dans l'axe du convertisseur.

Dans une autre variante, la chambre guide d'ondes est disposée transversalement par rapport à l'axe du convertisseur.

De façon avantageuse, le corps de la chambre guide d'ondes a une section droite circulaire, rectangulaire ou elliptique. Elle comporte avantageusement au moins deux parois coaxiales.

5 De préférence, la longueur de la chambre guide d'ondes est supérieure à ses autres dimensions.

10 Dans une forme de réalisation avantageuse, le corps de la chambre guide d'ondes comporte des entailles traversantes. Lesdites entailles peuvent être en forme de spirales ou disposées en quinconce ou axialement.

15 Dans une autre forme de réalisation, particulièrement avantageuse, la chambre guide d'ondes est disposée à l'intérieur d'un réacteur constitué par une enceinte, et ladite enceinte comporte un conduit d'entrée et un conduit de sortie, ledit conduit d'entrée débouchant à l'intérieur de ladite chambre guide d'ondes, le conduit de sortie étant connecté au réacteur, à l'extérieur de la chambre guide d'ondes, et ledit conduit d'entrée comportant un embout perméable aux ondes acoustiques, au moins dans sa partie disposée à l'intérieur de ladite chambre guide d'ondes.

20 Dans cette réalisation, la chambre guide d'ondes peut comporter un noyau central disposé axialement et solidaire de l'un des transformateurs de mode d'oscillation, ce noyau étant agencé pour transmettre les vibrations radialement à l'intérieur de ladite chambre guide d'ondes.

25 Le corps de la chambre guide d'ondes peut également comporter une paroi double au moins dans sa partie centrale.

30 La présente invention sera mieux comprise en référence à la description de divers modes de réalisation et aux dessins annexés donnés à titre d'exemples non limitatifs et dans lesquels :

- les figures 1A et 1B représentent des vues schématiques d'une première et d'une deuxième forme de réalisation d'un dispositif selon l'invention.

- les figures 2A, 2B, 2C et 2D représentent des vues schématiques en coupe axiale représentant quatre formes de réalisation particulières de filtres transformateurs de modes de vibrations axiales / radiales,
 - 5 - la figure 3 représente une vue schématique en coupe d'une première variante du dispositif de la figure 1,
 - la figure 4 représente une vue schématique en coupe d'une deuxième variante du dispositif de la figure 1,
 - 10 - la figure 5 représente une vue schématique d'une troisième variante du dispositif de la figure 1, dans laquelle la chambre guide d'ondes est pourvue d'entailles traversantes,
 - 15 - la figure 6 représente une vue schématique en coupe d'une autre forme de réalisation de la chambre guide d'ondes qui comporte une double paroi,
 - les figures 7 et 8 représentent des vues schématiques en coupe de deux formes de réalisation du dispositif selon l'invention dans lesquelles la
 - 20 chambre guide d'ondes accordée en fréquence est associée à un injecteur de substance transparent aux ultrasons, et
 - la figure 9 représente une vue schématique en coupe d'une autre variante avantageuse du dispositif selon l'invention.
 - 25
- En référence à la figure 1A, le dispositif 10 selon l'invention comporte un convertisseur piézo-électrique ou magnétostrictif 11, éventuellement associé à un amplificateur acoustique 12 et couplé à une chambre guide d'ondes acoustique tubulaire 14. On notera que la longueur du convertisseur 11, est
- 30 un multiple n de la demi-longueur d'onde $\lambda/2$, que la longueur de l'amplificateur acoustique est sensiblement égale à la demi-longueur d'onde $\lambda/2$ et que celle de la chambre guide d'ondes 14 qui est accordée en fréquence est égale à un multiple N de la demi-longueur d'onde $\lambda/2$.
- 35 La chambre guide d'ondes acoustiques tubulaire 14 est un tube de section circulaire ou polygonale et notamment rectangulaire, ouvert ou fermé qui

constitue un guide d'ondes. Elle est équipée d'au moins deux transformateurs de mode d'oscillation axiales / radiales, intégrés à la structure interne ou externe du tube, pour filtrer les vibrations d'au moins une gamme de fréquences données.

5

Dans la réalisation représentée par la figure 1A, le tube est fermé à son extrémité amont par un fond qui définit le premier transformateur de mode d'oscillations axiales / radiales 15. A proximité de son extrémité aval, le tube comporte une surépaisseur annulaire 16 qui se situe à l'extérieur du tube et qui définit le deuxième transformateur de mode d'oscillations axiales / radiales 17. L'intérieur du tube définit une chambre guide d'ondes accordée en fréquence 18.

10

La chambre guide d'ondes acoustiques, de par sa géométrie et ses dimensions, a pour fonction de favoriser une longueur d'onde donnée ou une bande étroite de longueurs d'ondes. La chambre guide d'ondes acoustiques 18 à très haute densité d'énergie acoustique, peut, selon les applications envisagées, devenir le siège de réactions physico-chimiques pour dégrader, décontaminer, synthétiser, homogénéiser, hygiéniser des substances d'origines diverses. Le convertisseur associé à l'amplificateur de vibrations génère et transmet les vibrations à la chambre guide d'ondes acoustiques.

15

20

Les transformateurs de mode d'oscillation ont pour fonction de filtrer les fréquences. Ils fonctionnent comme des filtres mécaniques et sélectionnent les bandes de fréquences souhaitées dans la direction de propagation désirée. Ils sont placés sur le chemin de propagation des vibrations, par exemple aux extrémités du guide d'ondes, et servent à adapter l'impédance de couplage entre la source des vibrations et la matière à traiter. Ceci se traduit par un meilleur rendement, c'est-à-dire un meilleur transfert d'énergie de la source vers la matière traitée.

25

30

Un transformateur de mode d'oscillations axiales / radiales tel que décrit ci-dessus, remplace avantageusement deux filtres mécaniques classiques. L'impédance d'un seul transformateur de mode de vibrations axiales / radiales serait équivalente à celle de deux filtres mécaniques classiques couplés à un résonateur de type connu tel qu'utilisé dans les techniques de

35

soudage par ultrasons et opérant à la fréquence de la source ou à celle choisie pour la sonotrode.

Traditionnellement il est connu que les filtres mécaniques usuels sont utilisés dans les systèmes de soudage par ultrasons pour favoriser le transfert d'oscillations ultrasoniques longitudinales jusqu'à l'extrémité des sonotrodes. Bien que certains de ces filtres mécaniques puissent présenter une résonance latérale / radiale, les fréquences de résonance axiale / radiale sont différentes, ce qui ne représente pas un inconvénient pour les applications de soudage, car seule est recherché le renforcement de l'oscillation à l'extrémité de la sonotrode de soudage.

Ce principe peut être admis dans ce cas du dispositif ci-dessus, la fréquence de résonance du transformateur d'oscillations devant être identique dans toutes les directions axiale et radiale.

Il est connu que chaque filtre possède ses caractéristiques propres et produit différentes fréquences de résonances simultanément liées aux directions de propagation.

Pour les applications traditionnelles des filtres mécaniques comme par exemple le soudage ultrasonique, une seule fréquence de résonance est prise en compte, la fréquence associée à la direction de propagation de l'onde ultrasonique sélectionnée adaptée à l'application.

Dans le système tel que décrit, contrairement au principe usuel, on utilise l'équivalent de deux filtres mécaniques couplés représentés par un seul et unique élément, le transformateur de mode d'oscillations axial / radial qui convertit la propagation de l'onde ultrasonique dans deux directions orthogonales, représentant l'action équivalente de deux filtres classiques fonctionnant l'un en mode axial et l'autre en mode radial, ceux-ci étant fortement couplés et accordés sur une fréquence de résonance axiale et radiale identique, ce qui n'est pas le cas avec des filtres mécaniques connus.

La figure 1B représente une deuxième forme de réalisation du dispositif 10 comportant un convertisseur piézo-électrique ou magnétostrictif 11, une chambre guide d'ondes acoustique tubulaire 14. La différence entre les deux réalisations selon la figure 1A et la figure 1B réside principalement dans la dimension de la chambre guide d'ondes acoustiques 14 et des transformateurs de mode de vibrations 15 et 17. La dimension axiale a_2 du transformateur 17 est égale à une demi-longueur d'onde ou à un multiple de cette valeur. Le diamètre e_2 de ce transformateur est égal à un multiple d'une demi-longueur d'onde.

Les figures 2A, 2B, 2C et 2D illustrent schématiquement quatre formes de réalisation de transformateurs de modes de vibrations axiales / radiales pouvant être couplés avec la chambre guide d'ondes acoustique 14 qui constitue un des composants du dispositif selon l'invention.

Le transformateur 20 de la figure 2A est une pièce d'obturation ayant une section transversale e_3 égale à une demi-longueur d'onde ou à un multiple de cette valeur et raccordée à une pièce tubulaire, partiellement représentée qui constitue le corps de la chambre guide d'ondes acoustiques 21. La longueur axiale a_3 du transformateur est sensiblement égale à une longueur d'onde ou à un multiple de cette valeur.

Le transformateur 30 de la figure 2B est constitué par une surépaisseur annulaire disposée à l'extérieur d'une pièce tubulaire formant la chambre guide d'ondes acoustiques 31. La longueur axiale a_4 du transformateur est sensiblement égale à une demi-longueur d'onde ou à un multiple de cette valeur. Dans la réalisation représentée, le transformateur occupe une position centrée.

Le transformateur 40 de la figure 2C est également une surépaisseur annulaire disposée extérieurement à l'extrémité d'une pièce tubulaire formant le corps de la chambre guide d'ondes acoustiques 41.

Le transformateur 50 de la figure 2D est également une surépaisseur annulaire disposée intérieurement à l'extrémité d'une pièce tubulaire formant le corps de la chambre guide d'ondes acoustiques 51.

Le dispositif 10 pour la génération d'ondes ultrasoniques tel que représenté par la figure 3 comporte un transformateur 11, le cas échéant un amplificateur acoustique 13, une chambre guide d'ondes acoustiques tubulaire 14. La
5 chambre guide d'ondes acoustiques tubulaire 14 comporte un corps constitué d'un tube central obturé à ses extrémités par deux transformateurs de mode d'oscillations 20 tels que représentés par la figure 2A. Le couplage entre l'amplificateur acoustique 13 et la chambre guide d'ondes acoustique s'effectue à travers un transformateur 30 tel que représenté par la figure 2B.
10 L'intérieur de la chambre guide d'ondes acoustiques guide d'ondes constitue une chambre qui communique avec l'extérieur par des entailles latérales 19 ménagées dans le corps de la chambre guide d'ondes.

Dans cette réalisation, les deux transformateurs de mode d'oscillations 20,
15 disposés aux extrémités de la chambre guide d'ondes acoustiques, sont reliés par une tige de couplage axial 52 rigide qui permet d'améliorer le couplage axial, radial et circonférentiel.

Le dispositif 10 pour la génération d'ondes ultrasoniques tel que représenté
20 par la figure 4 comporte comme précédemment un transformateur 11, un amplificateur acoustique 12 et une chambre guide d'ondes tubulaire 14. La chambre guide d'ondes acoustiques tubulaire 14 est constituée d'un corps en forme de tube équipé à ses extrémités de transformateurs de mode d'oscillations 40 tels que représentés par la figure 2C, et, en son milieu d'un
25 transformateur 30 tel que le montre la figure 2B. Le corps de la chambre guide d'ondes acoustiques est ouvert à ses deux extrémités de telle manière qu'il puisse être traversé de part en part, par une substance à soumettre à une vibration ultrasonique.

La figure 5 représente un dispositif 10 pour la génération d'ondes
30 ultrasoniques, qui comporte à nouveau un convertisseur 11, un amplificateur acoustique 12 et une chambre guide d'ondes acoustique tubulaire 14. La chambre guide d'ondes tubulaire 14 est constituée dans ce cas d'un corps en forme de tube pourvu d'entailles traversantes 60, sur au moins une partie et de préférence sur tout le pourtour du tube. Les extrémités du corps sont
35 équipées d'un transformateur de modes d'oscillations qui est

avantageusement l'un des transformateurs de mode d'oscillations 20, 40 ou 50 représentés par les figures 2A, 2B et 2C.

La configuration représentée permet de privilégier, le passage de substances à traiter qui passent de la partie intérieure du tube, qui constitue la chambre guide d'ondes acoustiques, vers l'extérieur et inversement. Les entailles traversantes peuvent être disposées en quinconce ou dans le prolongement les unes des autres, ou en forme de spirales de manière à favoriser un effet Vortex.

La figure 6 représente un dispositif 10 pour la génération d'ondes ultrasoniques, qui comporte à nouveau un transformateur 11, un amplificateur acoustique 12 et une chambre guide d'ondes acoustique tubulaire 14. La chambre guide d'ondes tubulaire 14 comporte dans ce cas un corps constitué d'une double paroi.

Le dispositif 10 pour la génération d'ondes ultrasoniques, selon la figure 7 comporte à nouveau un transformateur 11, un amplificateur acoustique 12 et une chambre guide d'ondes acoustique tubulaire 14. La chambre guide d'ondes se présente sous la forme d'un tube ouvert à une de ses extrémités et comporte deux transformateurs de mode d'oscillations 20 et 40. Cette chambre guide d'ondes est associée à un tube intérieur 80 et à un réflecteur extérieur 81. Le tube intérieur 80 est un tube perméable aux ultrasons dans lequel peut être injectée une substance à traiter (voir flèche A). Le réflecteur 81 est une enveloppe qui entoure la chambre guide d'ondes acoustiques. La substance ressort de la chambre guide d'ondes acoustiques comme le montrent les flèches B, circule selon la flèche C entre la chambre guide d'ondes et le réflecteur extérieur pour ressortir du dispositif par un tube d'évacuation 82 disposé latéralement par rapport au réflecteur extérieur qui extrait la substance traitée, comme le montre la flèche D.

En l'occurrence le traitement s'effectue à trois reprises, une première fois dans le tube intérieur perméable aux ultrasons, une deuxième fois dans la chambre guide d'ondes acoustiques et une troisième fois dans l'enceinte du réacteur extérieur, ce qui augmente l'efficacité du système et autorise sa miniaturisation.

Le dispositif 10 pour la génération d'ondes ultrasoniques selon la figure 8 comporte à nouveau un transformateur 11, un amplificateur acoustique 12 et une chambre guide d'ondes acoustique tubulaire 14. Cette construction est
5 très proche de celle décrite en référence à la figure 7. Le transformateur et l'amplificateur sont disposés latéralement par rapport à la chambre guide d'ondes 14, au tube 80 et au réflecteur 81. Le réflecteur 81 et le tube d'évacuation 82 sont disposés axialement. La circulation de la substance est indiquée par les flèches A, B, C, D.

10

Le dispositif de la figure 9 est dérivé de la combinaison de deux dispositifs similaires à celui de la figure 1, montés en opposition. Ils sont couplés par l'intermédiaire d'une pièce de liaison centrale 90 qui peut jouer le rôle de
15 réflecteur central. Ce dispositif a pour but d'amplifier les vibrations mécaniques.

20

La présente invention n'est pas limitée aux formes de réalisation décrites, mais peut subir différentes modifications évidentes pour l'homme du métier. En particulier le nombre de transformateurs de mode d'oscillations associés au corps de la chambre guide d'ondes n'est pas limité de même que leur
forme peut être différente, à condition toutefois que leur longueur soit un multiple entier d'une demi-longueur d'onde.

REVENDICATIONS

1. Dispositif pour la génération d'ondes ultrasoniques, comportant au moins un convertisseur ultrasonique piézo-électrique ou magnétostrictif, caractérisé en ce qu'il est associé à une chambre guide d'ondes acoustiques accordée en fréquence et coaxialement couplée audit convertisseur, et en ce que ladite chambre guide d'onde acoustiques comporte un corps en forme de tube portant au moins deux transformateurs de mode d'oscillation axial/radial.
5
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les transformateurs de mode d'oscillation axial/radial ont des formes géométriques prédéterminées de telle manière qu'ils constituent des filtres mécaniques couplés rigidement en un seul élément convertissant simultanément la propagation d'une onde ultrasonique axiale dans deux directions perpendiculaires et à la même fréquence.
10 15
3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les formes géométriques prédéterminées desdits transformateurs de mode d'oscillation sont constituées par des surépaisseurs disposées à l'extérieur du corps de la chambre guide d'ondes.
20
4. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les formes géométriques prédéterminées desdits transformateurs de mode d'oscillation sont constituées par des surépaisseurs disposées à l'intérieur du corps de la chambre guide d'ondes.
25
5. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les formes géométriques prédéterminées desdits transformateurs de mode d'oscillation sont disposées à au moins deux extrémités du corps de la chambre guide d'ondes.
30
6. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les formes géométriques prédéterminées desdits transformateurs de mode d'oscillation sont choisies parmi les formes telles que les disques, les anneaux, les cylindres, les tores et les cubes.
35

7. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la chambre guide d'ondes est disposée dans l'axe du convertisseur.

5 8. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la chambre guide d'ondes est disposée transversalement par rapport à l'axe du convertisseur.

9. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le corps de la chambre guide d'ondes a une section droite circulaire, rectangulaire ou elliptique.

10 10. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le corps de la chambre guide d'ondes comporte au moins deux parois coaxiales.

11. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la longueur de la chambre guide d'ondes est supérieure à ses autres dimensions.

12. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le corps de la chambre guide d'ondes comporte des entailles traversantes.

13. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que lesdites entailles sont en forme de spirales.

14. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que lesdites entailles sont disposées en quinconce.

15. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que lesdites entailles sont disposées axialement.

16. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce la chambre guide d'ondes est disposée à l'intérieur d'un réacteur constitué par une enceinte, en ce que ladite enceinte comporte un conduit d'entrée et un conduit de sortie, en ce que ledit conduit d'entrée débouche à l'intérieur de ladite chambre guide d'ondes, en ce que le conduit de sortie est connecté au réacteur, à l'extérieur de la chambre guide d'ondes, et en ce que ledit conduit d'entrée comporte un embout perméable aux ondes acoustiques, au moins dans sa partie disposée à l'intérieur de ladite chambre guide d'ondes.

17. Dispositif selon la revendication 16, caractérisé en ce que la chambre guide d'ondes comporte un noyau central disposé axialement et solidaire de l'un des transformateurs de mode d'oscillation, ce noyau étant agencé pour transmettre les vibrations radialement à l'intérieur de ladite chambre guide d'ondes.

18. Dispositif selon la revendication 16, caractérisé en ce que le corps de la chambre guide d'ondes comporte une paroi double au moins dans sa partie centrale.

1/5

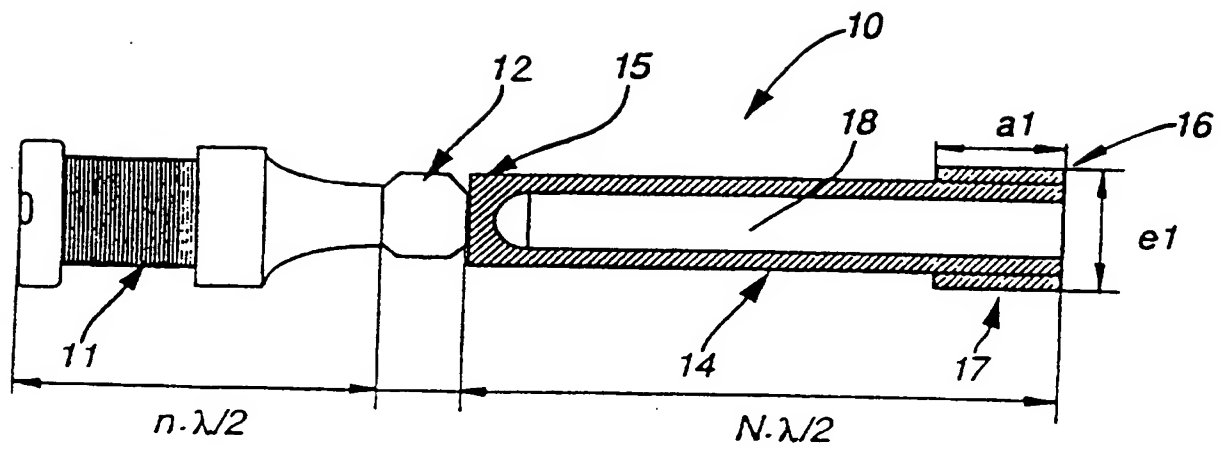


FIG. 1A

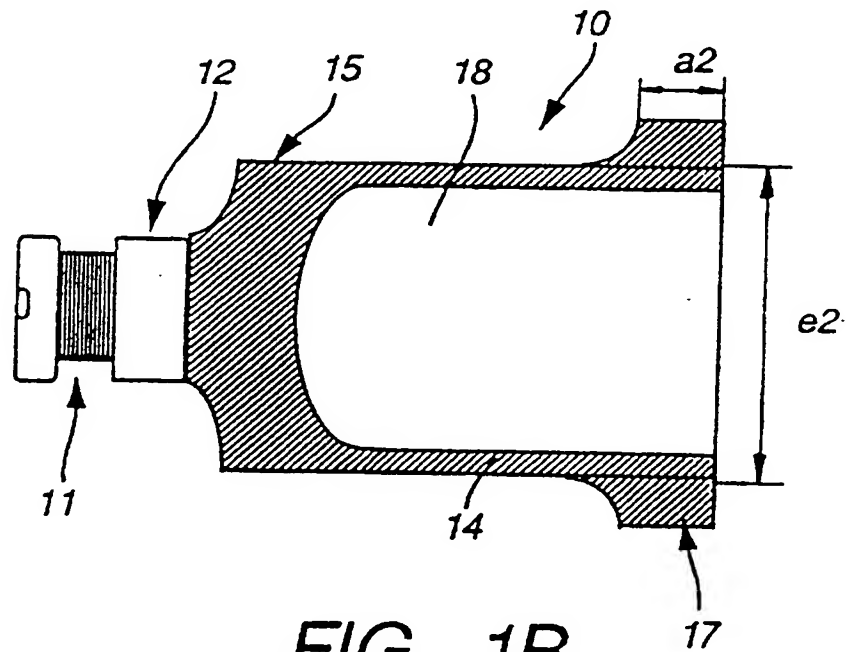


FIG. 1B

2/5

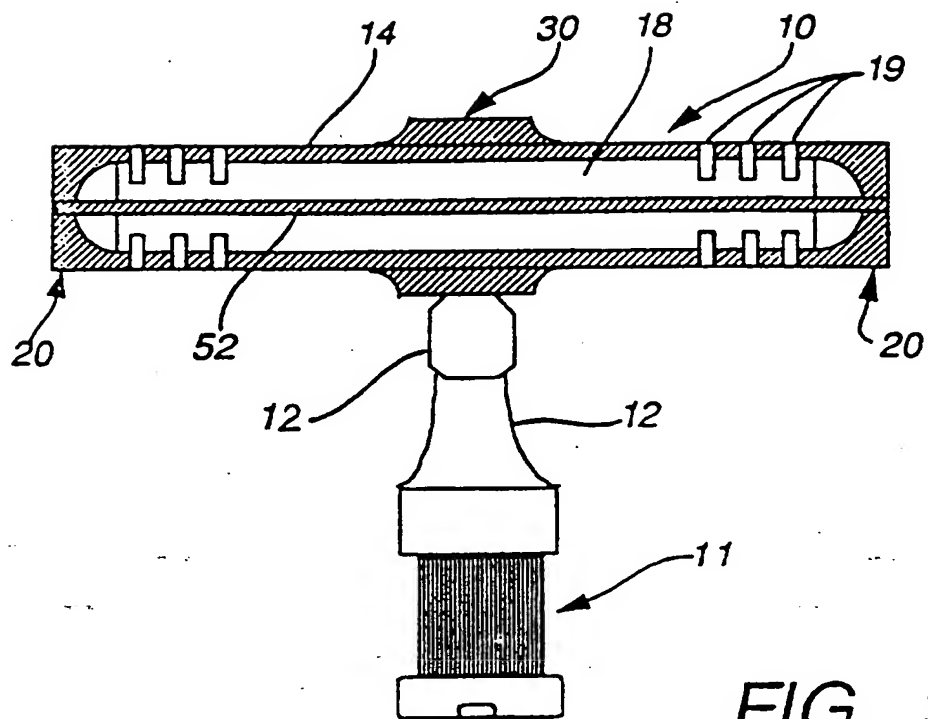


FIG. 3

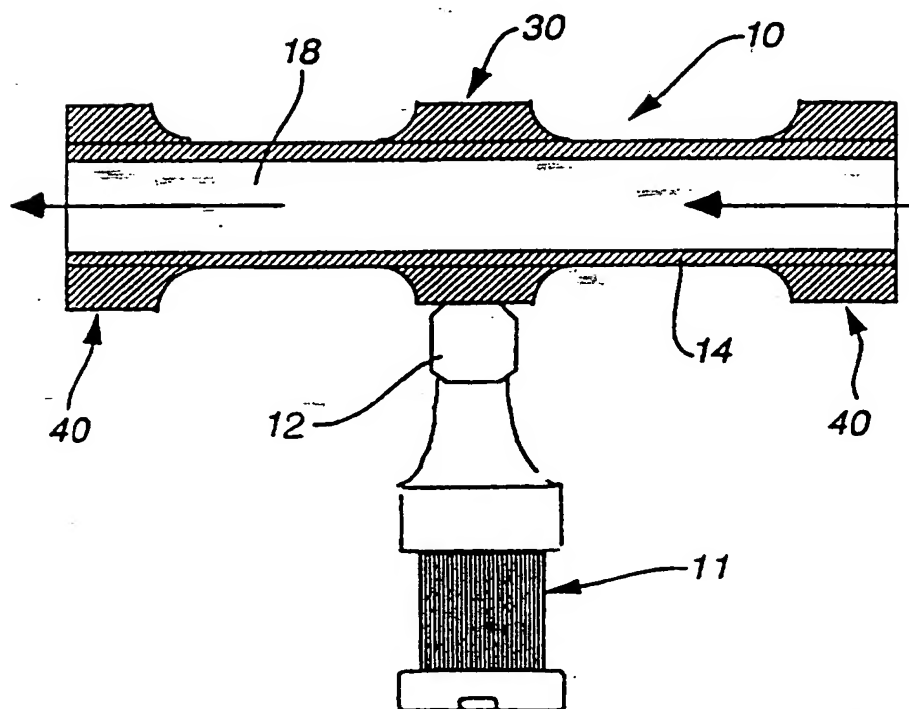


FIG. 4

3/5

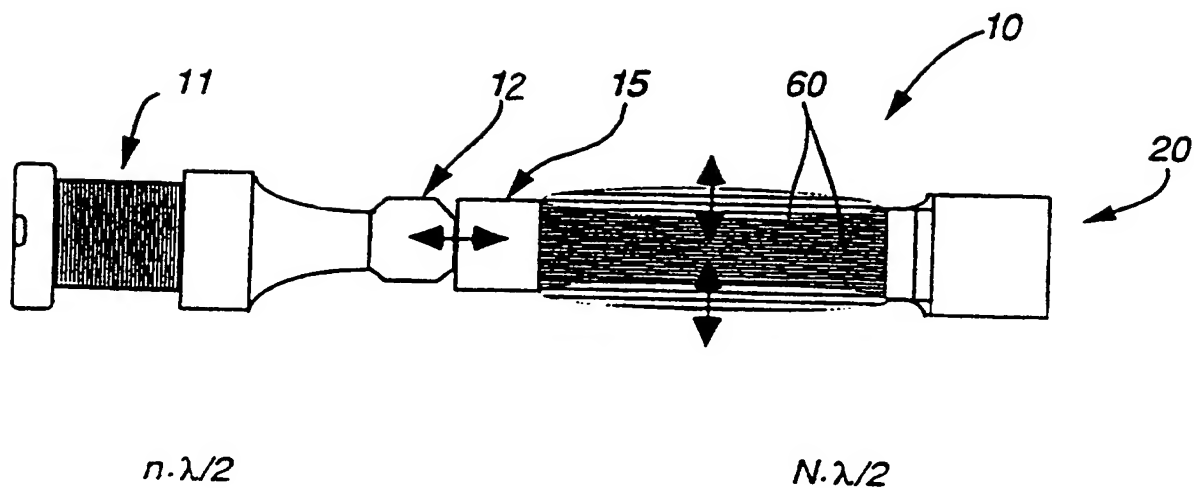


FIG. 5

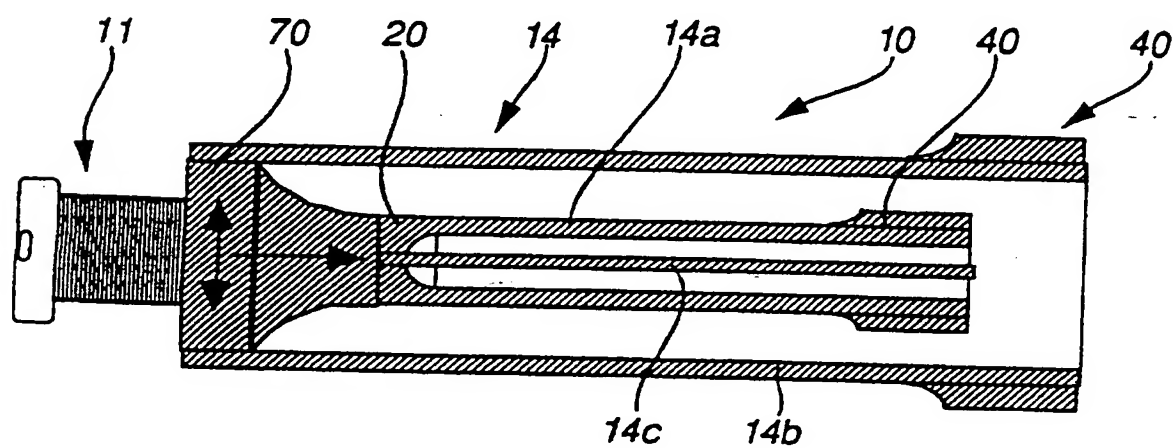


FIG. 6

4/5

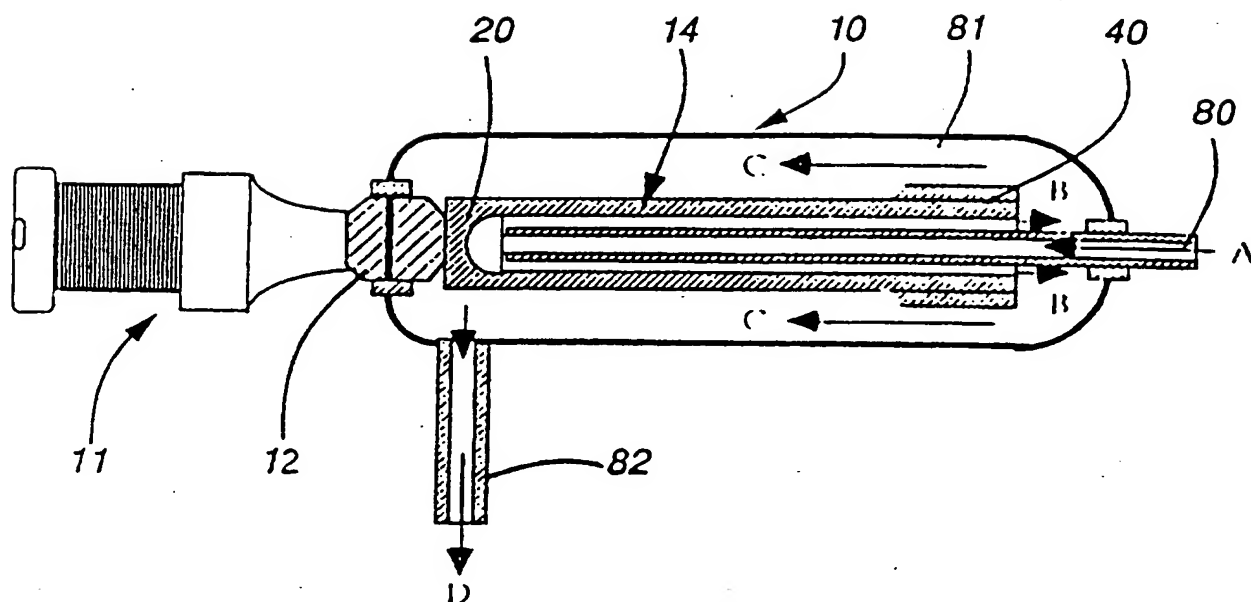


FIG. 7

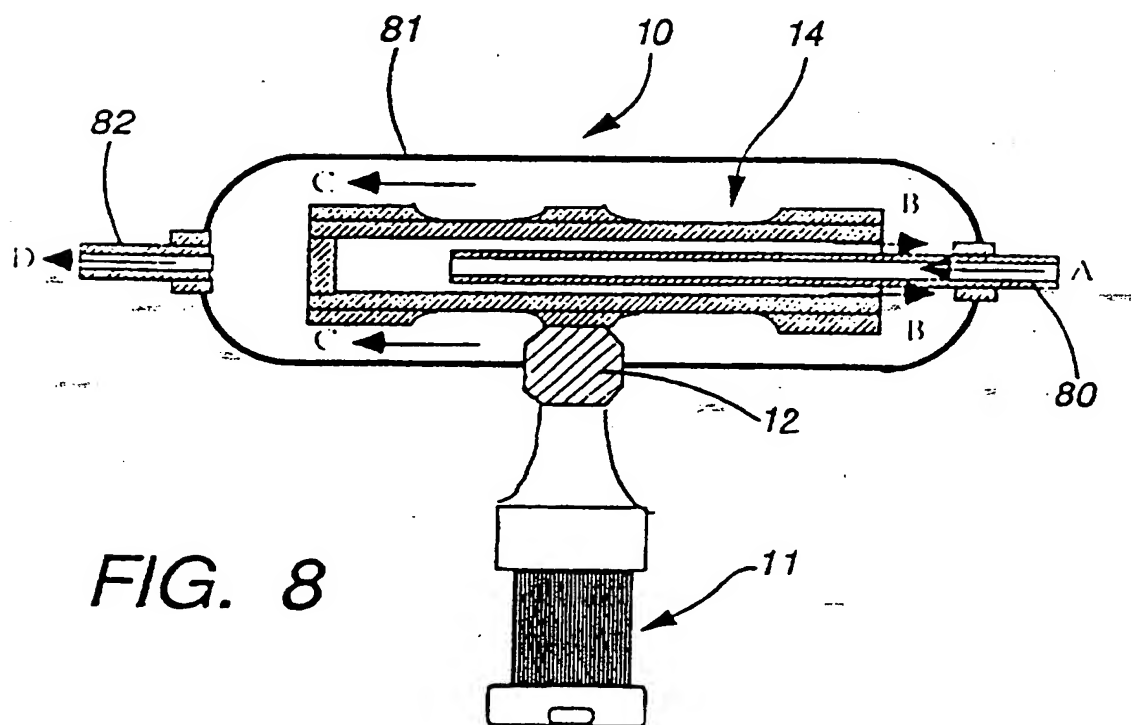


FIG. 8

5/5

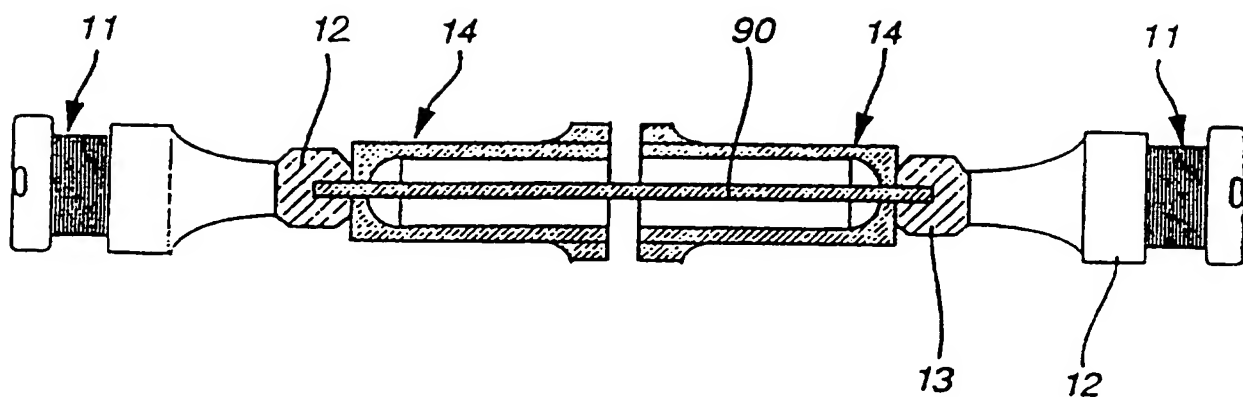


FIG. 9

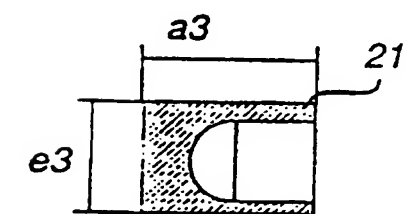


FIG. 2A

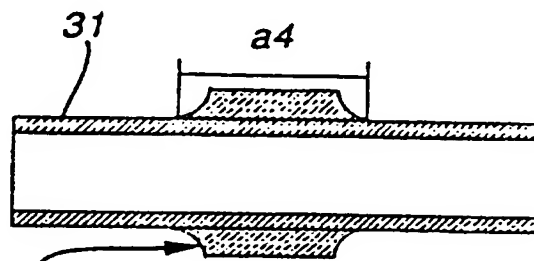


FIG. 2B

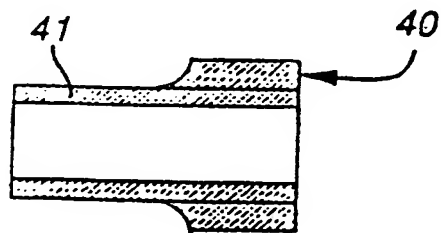


FIG. 2C

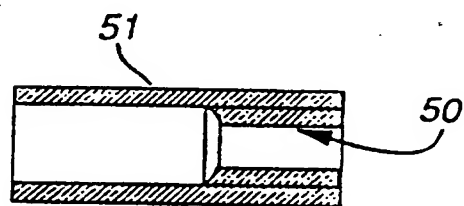


Fig. 2D

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter national Application No
PCT/CH 97/00018

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 B06B3/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 B06B B01F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 044 800 A (TELESONIC AG) 27 January 1982	1,2,4-7, 9,11,16
Y	see abstract; claims 1-6,8,10; figure 1	3,8,10
A	PIERRE L.L.M. DERKS: "The design of ultrasonic resonators with wide output cross-sections" 16 November 1984, TECHNISCHE HOGESCHOOL EINDHOVEN, EINDHOVEN, THE NETHERLANDS XP002014327 see page 26, paragraph 4.2 - page 31, paragraph 4.3; figures 4.3,4.4-4.7	12,15
A	WO 90 03150 A (STORZ INSTR CO) 5 April 1990 see abstract; claims 2,6,11,12; figures 1,3,5	1

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 May 1997

Date of mailing of the international search report

04.06.97

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

de Heering, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/CH 97/00018

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 3 948 489 A (SAWYER HAROLD T) 6 April 1976	8,10
A	see abstract; figures 1,2,6,7 ---	13,15,18
A	FR 2 203 295 A (MECASONIC S.A.) 10 May 1974 see claims 1,3; figure 4 ---	12
A	FR 2 354 827 A (MECASONIC SA) 13 January 1978 see figures 1,4 ---	1
Y	DE 26 06 997 A (MOSKOWSKIJ INSTITUT CHIMITSCHESKOWO MASCHINOSTROJENIJA, MOSKAU) 25 August 1977 see figure 11 -----	3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/CH 97/00018

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 44800 A	27-01-82	DE 3027533 A BR 8108712 A WO 8200380 A US 4537511 A	11-02-82 01-06-82 04-02-82 27-08-85
WO 9003150 A	05-04-90	CH 678700 A EP 0389615 A GB 2229924 A,B JP 3502540 T NL 8921049 A SE 468197 B SE 9001916 A	31-10-91 03-10-90 10-10-90 13-06-91 03-09-90 23-11-92 29-05-90
US 3948489 A	06-04-76	US 4158629 A	19-06-79
FR 2203295 A	10-05-74	DE 2343605 A	25-04-74
FR 2354827 A	13-01-78	DE 2711305 A GB 1524924 A	22-12-77 13-09-78
DE 2606997 A	25-08-77	NONE	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Déposé International No
PCT/CH 97/00018

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE CIB 6 B06B3/00		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) CIB 6 B06B B01F		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 0 044 800 A (TELESONIC AG) 27 Janvier 1982	1,2,4-7,
Y	voir abrégé; revendications 1-6,8,10; figure 1	9,11,16
	---	3,8,10
A	PIERRE L.L.M. DERKS: "The design of ultrasonic resonators with wide output cross-sections" 16 Novembre 1984, TECHNISCHE HOGESCHOOL EINDHOVEN, EINDHOVEN, THE NETHERLANDS XP002014327 voir page 26, alinéa 4.2 - page 31, alinéa 4.3; figures 4.3,4.4-4.7	12,15

A	WO 90 03150 A (STORZ INSTR CO) 5 Avril 1990 voir abrégé; revendications 2,6,11,12; figures 1,3,5	1

	-/-	
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 28 Mai 1997		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 04.06.97
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé de Heering, P

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem Internationale No
PC1/CH 97/00018

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 3 948 489 A (SAWYER HAROLD T) 6 Avril 1976	8,10
A	voir abrégé; figures 1,2,6,7 ---	13,15,18
A	FR 2 203 295 A (MECASONIC S.A.) 10 Mai 1974 voir revendications 1,3; figure 4 ---	12
A	FR 2 354 827 A (MECASONIC SA) 13 Janvier 1978 voir figures 1,4 ---	1
Y	DE 26 06 997 A (MOSKOWSKIJ INSTITUT CHIMITSCHESKOWO MASCHINOSTROJENIJA, MOSKAU) 25 Août 1977 voir figure 11 -----	3

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demr Internationale No

PC1/CH 97/00018

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 44800 A	27-01-82	DE 3027533 A BR 8108712 A WO 8200380 A US 4537511 A	11-02-82 01-06-82 04-02-82 27-08-85
WO 9003150 A	05-04-90	CH 678700 A EP 0389615 A GB 2229924 A,B JP 3502540 T NL 8921049 A SE 468197 B SE 9001916 A	31-10-91 03-10-90 10-10-90 13-06-91 03-09-90 23-11-92 29-05-90
US 3948489 A	06-04-76	US 4158629 A	19-06-79
FR 2203295 A	10-05-74	DE 2343605 A	25-04-74
FR 2354827 A	13-01-78	DE 2711305 A GB 1524924 A	22-12-77 13-09-78
DE 2606997 A	25-08-77	AUCUN	